

DEVICE FOR SYMMETRIZING THE RADIATION EMITTED BY LINEAR OPTICAL TRANSMITTERS

Patent number: WO0127686 (A1)
Publication date: 2001-04-19
Inventor(s): SCHREIBER PETER [DE]; VON FREYHOLD THILO [DE]
Applicant(s): UNIQUE M O D E A G [DE]; SCHREIBER PETER [DE]; VON FREYHOLD THILO [DE]
Classification:
- international: **G02B6/42; G02B13/00; G02B13/18; G02B27/09; H01S5/40; G02B6/42; G02B13/00; G02B13/18; G02B27/09; H01S5/00; (IPC1-7): G02B27/09; H01S3/00**
- european: **G02B27/09F; G02B27/09; G02B27/09S2L2**
Application number: WO2000EP09967 20001010
Priority number(s): DE19991048889 19991011

Also published as:

US6680800 (B1)
JP2003511740 (T)
IL148884 (A)
EP1222488 (A1)
DE19948889 (C1)

more >>

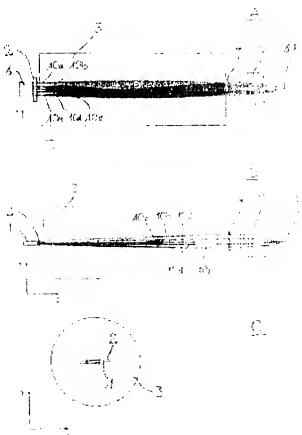
Cited documents:

EP1059713 (A2)
DE10015245 (A1)
DE19820154 (A1)
DE19743322 (A1)
DE19645150 (A1)

more >>

Abstract of WO 0127686 (A1)

The invention relates to a device for symmetrizing radiation emitted from one or more of several linear optical emitters, in particular wide strip laser diodes. The device has, per emitter (1, 1a, 1b) a cylindrical lens optical system (2, 2a, 2b) each comprising one or more cylindrical lenses which collimates each beam in a direction y whereby each beam is deflected in a direction y at a different angle as a result of a rotation about the axis z of at least one of the cylinder lenses or by providing a discontinuous deflection element. The device also contains a director-collimator optical system (3), which collimates each radiation beam in the direction x and deflects said beams at different deflection angles in such a manner that the main beams of the individual radiation beams coincide in the direction x at a defined distance from the emitter and run in parallel in the direction y. The device has a redirector optical system (4), which compensates for the deflection of the radiation beam caused by the director-collimator optical system (3) in the direction x.



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
19. April 2001 (19.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/27686 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: G02B 27/09,
HO1S 3/00

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstagen mit Ausnahme
von US): UNIQUE-M.O.D.E. AG [DE/DE]; Wilden-
bruchstrasse 15, 07745 Jena (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/09967

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Oktober 2000 (10.10.2000)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHREIBER, Peter
[DE/DE]; Burgweg 2, 07749 Jena (DE); VON FREY-
HOLD, Thilo [DE/DE]; Gartenstrasse 7, 07743 Jena
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

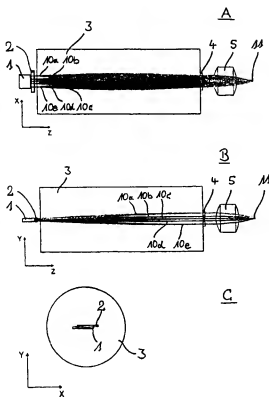
(74) Anwalt: PFENNING, MEINIG & PARTNER GBR;
Mozartstrasse 17, 80336 München (DE).

(30) Angaben zur Priorität:
199 48 889.4 11. Oktober 1999 (11.10.1999) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR SYMMETRIZING THE RADIATION EMITTED BY LINEAR OPTICAL TRANSMITTERS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR SYMMETRIERUNG DER STRAHLUNG VON LINEAREN OPTISCHEN EMIT-
TERN



(57) Abstract: The invention relates to a device for symmetrizing radiation emitted from one or more of several linear optical emitters, in particular wide strip laser diodes. The device has, per emitter (1, 1a, 1b) a cylindrical lens optical system (2, 2a, 2b) each comprising one or more cylindrical lenses which collimates each beam in a direction y whereby each beam is deflected in a direction x at a different angle as a result of a rotation about the axis z of at least one of the cylinder lenses or by providing a discontinuous deflection element. The device also contains a director-collimator optical system (3), which collimates each radiation beam in the direction x and deflects said beams at different deflection angles in such a manner that the main beams of the individual radiation beams coincide in the direction x at a defined distance from the emitter and run in parallel in the direction y. The device has a redirector optical system (4), which compensates for the deflection of the radiation beam caused by the director-collimator optical system (3) in the direction x.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von einem oder von mehreren linearen optischen Emittoren vorgeschlagen. Die Vorrichtung besitzt pro Emittor (1, 1a, 1b) jeweils eine Zylinderlinsenoptik (2, 2a, 2b) mit einer oder mehreren Zylinderlinsen, welche jedes Strahlbündel in der y-Richtung kollimieren, wobei durch eine Drehung von mindestens einer der Zylinderlinsen um die z-Achse oder durch Vorsehen eines diskontinuierlichen Ablenk-elementes jedes Strahlbündel mit unterschiedlichen Ablenkwinkeln in der y-Richtung abgelenkt

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/27686 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AU, BA, BB, BG, BR, BZ, CA, CN, CR, CU, CZ, DM, DZ, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MX, MZ, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, SL, TR, TT, TZ, UA, US, UZ, VN, YU, ZA.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- Mit internationalem Recherchenbericht
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

wird. Die Vorrichtung enthält weiterhin eine Direktor-Kollimator-Optik 3, welche jedes Strahlbündel in der x-Richtung kollimiert und mit unterschiedlichen Ablenk winkeln ablenkt, so daß die Hauptstrahlen der einzelnen Strahlbündel in x-Richtung in einem definierten Abstand vom Emittor zusammenfallen und in y-Richtung parallel verlaufen. Schließlich weist die Vorrichtung eine Redirektor-Optik 4 auf, welche die durch die Direktor-Kollimator-Optik 3 verursachte Ablenkung der Strahlbündel in x-Richtung kompensiert.

Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von
linearen optischen Emittlern

5

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von einem oder mehreren linearen optischen Emittlern, insbesondere Breitstreifenlaserdioden, deren Strahlung als in einer zu ihrer Abstrahlrichtung bzw. zu einer optischen Hauptachse z senkrechten x-Richtung infinitesimal dicht beieinander liegende Strahlbündel mit telezentrischen Hauptstrahlen beschrieben werden kann und deren Strahlung in bezug auf die x-Richtung und eine zur x-Richtung und zur z-Richtung senkrechten y-Richtung unsymmetrisch ist.

15

Bei unsymmetrischen optischen Emittlern tritt das Problem auf, daß auch die Ausgangsstrahlung unsymmetrisch ist. Für eine Vielzahl von Anwendungen derart-

20

tiger optischer Emitter ist es jedoch wünschenswert, eine möglichst symmetrische Ausgangsstrahlung zur Verfügung zu haben. Aus diesem Grunde werden Vorrichtungen zur Symmetrierung der Strahlung unsymmetrischer optischer Emitter benötigt.

Aus der DE 196 45 150 ist eine Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung einer aus einer Vielzahl separater Emitter aufgebauten Lichtquelle bekannt. Bei der Lichtquelle handelt es sich um ein Laserdioden-Bar, welches eine Vielzahl einzelner Laserdioden enthält. Die Symmetrierungsvorrichtung besteht aus einer um die optische Achse gedrehten Zylinderlinse, einer Direktionsoptik zur Ablenkung der Strahlbündel der einzelnen Laserdioden, einer Redirektionsoptik zur Kompensierung der Ablenkung der Direktionsoptik sowie einer nachfolgenden Kollimationsoptik.

Aus der DE 198 20 154 ist eine Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung eines oder mehrerer Laserdioden-Barren bekannt, welche eine Zylinderlinsenoptik, zwei kontinuierliche Winkeltransformationselemente mit zwischengeschalteten Fourier-Transformationsanordnung zur Umordnung der Strahlbündel sowie eine Fokussiereinrichtung umfaßt. Nachteilig ist die aufwendige Herstellung der Winkeltransformationsanordnung.

Neben den aus der DE 196 45 150 und der DE 198 20 154 bekannten Laserdioden-Barren gewinnen sogenannte Breitstreifenlaserdioden, dies sind Laserdioden mit einem einzigen, breiten Emitter, in zunehmendem Maße an Bedeutung. Die geometrische Abmessung der abstrahlenden Fläche des Emitters liegt typischerweise in einem Bereich zwischen $50\text{ }\mu\text{m} \times 1\text{ }\mu\text{m}$ bis etwa $500\text{ }\mu\text{m} \times 1\text{ }\mu\text{m}$.

Die Ausgangsstrahlung derartiger Breitstreifenlaserdioden ist extrem unsymmetrisch. In einer ersten Ebene (slow axis), die aus einer Achse in Richtung der breiten Dimension der abstrahlenden Fläche und einer Achse in Abstrahlrichtung gebildet wird, entspricht die Divergenz der Ausgangsstrahlung einer numerischen Apertur von etwa 0,1. In einer auf der ersten Ebene senkrecht stehenden zweiten Ebene (fast axis) besitzt die Ausgangsstrahlung eine wesentlich größere Divergenz, entsprechend einer numerischen Apertur von etwa 0,5.

Aufgrund der in den beiden Ebenen unterschiedlichen Divergenzen und Abmessungen ist die Strahlqualität der Ausgangsstrahlung und damit auch die Fokussierbarkeit in den beiden Ebenen sehr unterschiedlich. Als Maß für die Strahlqualität kann das Strahlprodukt, welches als das Produkt der abstrahlenden Fläche und der Divergenz der Ausgangsstrahlung definiert ist, verwendet werden. Das Verhältnis der Strahlprodukte von slow axis zu fast axis liegt je nach Breite der abstrahlenden Fläche bei Breitstreifenlaserdioden im Bereich bis etwa 1:100. Der Einsatz von Breitstreifenlaserdioden erfordert somit die Verwendung optischer Systeme zur Strahlsymmetrierung.

Aus der WO 96/02013 ist eine Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von Breitstreifenlaserdioden bekannt, welche mit Hilfe eines Prismensystemes das bereits kollimierte Ausgangsbündel einer Breitstreifenlaserdiode entlang deren breiten Dimension in mehrere einzelne Strahlbündel zerteilt und diese Strahlbündel übereinander stapelt. Nachteilig bei dieser Symmetrierungsvorrichtung ist die Kompliziertheit der Prismenanordnung und die fehlende Möglichkeit zur Mi-

niaturisierung.

5 Aus der WO 95/15510 ist eine weitere Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von Breitstreifenlaserdioden bekannt, bei welcher die Ausgangsstrahlung der Laserdiode ein System aus zwei schwach zueinander geneigten hochreflektierenden Flächen derart durchläuft, daß sich im Ausgang der Vorrichtung eine symmetrisierte Rekonfiguration des Laserdiodenbündels
10 ergibt. Nachteilig bei dieser Vorrichtung ist der hohe Justieraufwand des Gesamtsystems und der hohe Aufwand, welcher mit einer Miniaturisierung des Systems verbunden wäre.

15 Ausgehend von den Nachteilen des Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung linearer optischer Emmitter anzugeben, welche aus vergleichsweise einfach herzustellenden mikrooptischen Komponenten
20 besteht und einer kostengünstigen Miniaturisierung zugänglich ist. Weiterhin sollten mit der Symmetrierung einhergehende Strahldichten-Einbußen möglichst gering gehalten werden und gute Abbildungseigenschaften gewährleistet werden. Aufgabe ist weiterhin, Anordnungen sowie Verwendungen für derartige
25 Vorrichtungen anzugeben.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung gemäß Anspruch 1, eine Anordnung gemäß Anspruch 28 sowie durch Verwendungen gemäß Anspruch 31. Die jeweiligen Unteransprüche betreffen vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Vorrichtung oder der Anordnungen.

35 Die Ausgangsstrahlung eines oder mehrerer linearer optischer Emmitter, d.h. Linienemittern, läßt sich

durch eine lineare Anordnung von einzelnen, in einer zur Abstrahlrichtung senkrechten Richtung und damit auch in einer zu einer optischen Hauptachse der optischen Vorrichtung z senkrechten Richtung x zumindest in einer oder mehreren Strahlbündelgruppen infinitesimal dicht beieinanderliegenden Strahlbündeln mit telezentrischen Hauptstrahlen beschreiben. Eine einzelne Strahlbündelgruppe kann dabei jeweils Strahlbündel jeweils eines Emitters gegebenenfalls in einer Vorrichtung mit mehreren Emittern und/oder auch einzelne Strahlbündel mehrerer Emittter aufweisen. Die Strahlbündelgruppen können folglich auch voneinander einen Abstand in x-Richtung und/oder y-Richtung aufweisen.

Erfindungsgemäß wird zur Symmetrierung der Ausgangsstrahlung eine Vorrichtung vorgeschlagen, welche pro Emittter oder auch für mehrere Emittter gemeinsam jeweils eine Zylinderlinsenoptik, welche eine oder mehrere Zylinderlinsen enthalten kann, aufweist. Die Zylinderlinsen bewirken eine Kollimation jedes Strahlbündels in der y-Richtung. Zumindest eine der Zylinderlinsen kann um die Abstrahlrichtung gedreht sein, um derart jedes Strahlbündel mit unterschiedlichen Ablenkswinkeln in der y-Richtung abzulenken. Alternativ zur Drehung mindestens einer der Zylinderlinsen kann die Ablenkung in der y-Richtung auch durch ein separates diskontinuierliches Ablenkelement bewerkstelligt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung enthält weiterhin eine längs der optischen Hauptachse z angeordnete Direktor-Kollimator-Optik, welche jedes Strahlbündel in der x-Richtung kollimiert und mit unterschiedlichen Ablenkswinkeln in der x-Richtung und der y-Richtung ablenkt. Die Direktor-Kollimator-Optik kann dabei

- auch in einer zur optischen Hauptachse z senkrechten Richtung, z.B. x - oder y -Richtung, gegen die optische Hauptachse versetzt angeordnet sein. Die Ablenkung geschieht derart, daß die Hauptstrahlen der einzelnen Strahlbündel einer Strahlbündelgruppe in der x -Richtung in einem definierten Abstand von dem oder den Emittlern zusammenfallen und in der y -Richtung parallel verlaufen.
- Schließlich weist die erfindungsgemäße Vorrichtung eine Redirektor-Optik auf, die ebenfalls längs der z -Achse angeordnet sein kann. Diese lenkt die Strahlbündel in x -Richtung ab. Vorteilhafterweise kompensiert sie die durch die Direktor-Kollimator-Optik verursachte Ablenkung der Strahlbündel in der x -Richtung, wodurch das Strahlprodukt in der xz -Ebene verringert wird, während es sich in der yz -Ebene vergrößert. Die unsymmetrische Ausgangsstrahlung des linearen Emitters wird so in eine weitgehend kollimierte Strahlung mit annähernd rechteckigem bzw. quadratischem Querschnitt transformiert. Die Strahlprodukte in der yz -Ebene und in der xz -Ebene werden auf diese Weise aneinander angeglichen.
- Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung eines linearen optischen Emitters besitzt gegenüber den bekannten Vorrichtungen den Vorteil, daß sie lediglich aus Baugruppen besteht, welche kostengünstig herstellbar und miniaturisierbar sind. Auch weist die Vorrichtung einen vergleichsweise geringen Justieraufwand auf. Gegenüber den bekannten Vorrichtungen zur Symmetrierung der Strahlung eines Laserdioden-Barrens weist die Erfindung eine deutliche Reduzierung von Abbildungsfehlern auf, welche auf die günstigere Anordnung von Kollimationsoptik, Direktionsoptik und Redirektionsoptik zurückzu-

führen ist.

Die vorliegende Erfindung umfaßt neben den Vorrichtungen zum Symmetrieren von Strahlung auch Anordnungen von mehreren derartigen Vorrichtungen, wobei die von jeweils einer der Vorrichtungen ausgehenden Strahlungen miteinander polarisationsgekoppelt oder wellenlängengekoppelt überlagert werden. Hierfür kann sich dann nach der jeweiligen Redirektor-Optik in zumindest einem der Strahlengänge eine $\lambda/2$ -Verzögerungsplatte als polarisationsdrehendes Element befinden. Weiterhin werden die jeweiligen Teilstrahlen der einzelnen Vorrichtungen über ein Spiegelement miteinander überlagert. Das Spiegelement kann polarisations- oder wellenlängenselektiv sein. In entsprechender Weise ist es auch möglich, einzelne Strahlbündelgruppen einer einzelnen erfindungsgemäßen Vorrichtung miteinander polarisations- oder wellenlängengekoppelt zu überlagern.

Derartige Anordnungen mehrerer erfindungsgemäßer Vorrichtungen eignen sich insbesondere, um bestimmte Eigenschaften des erhaltenen symmetrierten Strahles zu erzeugen, beispielsweise einen nichtpolarisierten Ausgangsstrahl, obwohl die Ausgangsstrahlung einzelner Breitstreifenlaserdioden polarisiert ist. Auch läßt sich die Intensität des im Endeffekt erhaltenen Lichtstrahles hierdurch variieren.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und die erfindungsgemäßen Anordnungen derartiger Vorrichtungen können unmittelbar zur Erzeugung einer gewünschten Strahlung verwendet werden oder auch mittelbar zum Pumpen von Lasern, insbesondere in den Bereichen Druck- und Fototechnik, zur Mikromaterialbearbeitung, im Bereich der Medizintechnik, in der Telekommunikationstechnik

oder auch in der Beleuchtungs- und Displaytechnik.
Sie finden auch Einsatz im Bereich der Analytik.

5 Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung
ergeben sich aus den Figuren und den nachfolgend dar-
gestellten Ausführungsbeispielen. Es zeigen:

10 Fig. 1 die erfindungsgemäße Vorrichtung in der xz-
und yz-Ebene mit den jeweiligen Strahlen-
gängen;

15 Fig. 2 die optischen Strahlengänge in den beiden
Ebenen für ein einzelnes, in der Mitte der
abstrahlenden Fläche des Emitters angeord-
netes Strahlbündel;

20 Fig. 3 die optischen Strahlengänge in den beiden
Ebenen für ein einzelnes, im Außenbereich
der abstrahlenden Fläche des Emitters ange-
ordnetes Strahlbündel;

Fig. 4 den schematischen Aufbau eines Redirektors;

25 Fig. 5 die erfindungsgemäße Vorrichtung zur An-
kopplung eines Stapels von linearen Emit-
tern an eine Lichtleitfaser in der xz- und
yz-Ebene mit den jeweiligen Strahlengängen;

30 Fig. 6 die Wirkung der Direktor-Kollimator-Optik
auf eine unter einem Winkel oder einem Ver-
satz zur optischen Hauptachse einfallende
Strahlbündelgruppe;

35 Fig. 7 mehrere Beispiele für Anordnungen der li-
nearen optischen Emitter in der xz-Ebene;

Fig. 8 eine erfindungsgemäße Anordnung;

Fig. 9 eine weitere erfindungsgemäße Anordnung;

5

und

Fig. 10 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit polarisationsgekoppelter Überlagerung einzelner Strahlbündel.

10

In sämtlichen Figuren werden für entsprechende Elemente entsprechende Bezugszeichen verwendet.

15

In Fig. 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel der Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung eines linearen optischen Emitters 1 dargestellt. In diesem Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Emitter 1 um eine Breitstreifenlaserdiode, welche eine abstrahlende Fläche mit einer Breite von 500 μm und eine Höhe von 1 μm besitzt. Die Strahlung dieser Breitstreifenlaserdiode 1 kann man sich als aus einzelnen Strahlbündeln mit telezentrischen Hauptstrahlen zusammengesetzt denken, die in x-Richtung infinitesimal dicht beieinander liegen. Beispielhaft für die Strahlbündel oder Strahlbündelgruppen sind in Fig. 1 und den weiteren Figuren jeweils nur einige Strahlbündel bzw. Strahlbündelgruppen, hier mit 10 oder 10a bis 10e bezeichnet, dargestellt. Die Divergenz des gesamten Ausgangsbündels beträgt in der in Fig. 1A dargestellten xz-Ebene typischerweise etwa 6° (halber Öffnungswinkel) und in der Fig. 1B dargestellten yz-Ebene typischerweise mehr als 30° (halber Öffnungswinkel). Anstelle der Breitstreifenlaserdiode können auch andere optische Emmitter, wie z.B. ein gestreckter Glühdraht mit einer nicht symmetrischen Abstrah-

20

25

30

35

lungsfläche verwendet werden.

Parallel zur breiten Dimension der Breitstreifenlaserdiode 1, deren Abstrahlungsrichtung in diesem Beispiel mit der optischen Hauptachse z zusammenfällt, ist eine Zylinderlinsenoptik 2 angeordnet. Die Zylinderlinsenoptik 2 umfaßt eine Mikrozyylinderlinse zur Kollimation der Strahlbündel in der yz-Ebene. Die Mikrozyylinderlinse 2 ist um einen Winkel von etwa 2° um die optische Achse (z-Achse) gedreht, um die einzelnen Strahlbündel 10a bis 10e mit unterschiedlichen Abstrahlwinkeln bezüglich der optischen Achse (z-Achse) abzulenken. Die Verkipfung der Zylinderlinse ist in Figur 1C, die die xy-Ebene darstellt, gezeigt, wobei lediglich die Projektion der Laserdiode 1, der Zylinderlinsenoptik 2 und der Direktor-Kollimator-Optik 3 eingezeichnet sind. Die Verkipfung der Optik 2 um die z-Achse relativ zur Laser-Diode 1 ist überhöht dargestellt, da diese in der Praxis nur ca. 2° beträgt. Die Ablenkung in der yz-Ebene beeinflusst die Ausgangsstrahlung der Laserdiode 1 in der xz-Ebene nur geringfügig.

Hier wie im folgenden sind mit den Darstellungen in der xz-Ebene, yz-Ebene oder xy-Ebene keine Schnitte sondern Projektionen der Anordnungen und Strahlverläufe auf diese Ebene gemeint und dargestellt.

Bei der Mikrozyylinderlinse 2 handelt es sich um eine bi-asphärische Mikrozyylinderlinse mit einem Durchmesser von etwa $150\ \mu\text{m}$ und einer Brennweite von etwa $100\ \mu\text{m}$. Die Linse ist derart ausgebildet, daß sie eine ausreichend große Isoplanasie aufweist. Das heißt, daß auch die durch die Neigung der Linse in der y-Richtung dezentrierten Außenbereiche der Ausgangsstrahlung annähernd aberrationsfrei abgebildet

werden. Anstatt der asphärischen Mikrozyylinderlinse kann beispielsweise auch eine sphärische Zylinderlinse, eine Faserlinse, eine gradientenoptische Zylinderlinse oder eine Fresnel-Zylinderlinse eingesetzt werden. Auch kann eine Mehrkomponenten-Zylinderoptik, welche zwei oder mehr der oben beschriebenen Zylinderlinsen umfaßt, verwendet werden. Zur Ablenkung der Strahlbündel in y-Richtung kann dabei mindestens eine Zylinderlinsenkomponente um die z-Achse gedreht sein.

Alternativ zur Verkippung der Mikrozyylinderlinse 2 um die optische Achse kann die Ablenkung der Strahlbündel in y-Richtung auch durch das Vorsehen eines diskontinuierlichen Ablenkelementes zusätzlich zu der Zylinderlinsenoptik erreicht werden. Das Ablenkelement, welches in Fig. 1 nicht dargestellt ist, kann der Zylinderlinsenoptik 2 vor-, zwischen- oder nachgeschaltet sein und ein Feld von Prismen, ablenkenden Gittern, ablenkenden gradientenoptischen Bereichen, Zylinderlinsen oder Spiegeln enthalten.

Weiterhin kann die Zylinderlinsenoptik 2 noch ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Segmentierungselement umfassen, welches in der x-Richtung eine Aufteilung der Strahlbündel in einzelne Gruppen bewirkt. Das Segmentierungselement kann beispielsweise ein Feld von Zylinderlinsen oder Zylinderlinsenteleskopen sein. Die Segmentierung in x-Richtung bewirkt eine Homogenisierung der Ausgangsstrahlung des Emitters auf Kosten des Strahlprodukts in der xz-Ebene.

In Fig. 1 ist in z-Richtung hinter der Zylinderlinsenoptik 2 eine Direktor-Kollimator-Optik 3 langs der optischen Hauptachse angeordnet, welche als gradientenoptische Stablinse (SELFOC-Linse SLW-3.0, Länge 7,5 mm) ausgebildet ist. Wie aus den Figuren 2 und 3

(jeweils oben) zu erkennen ist, werden die einzelnen Strahlbündel durch das Direktor-Kollimator-Element 3 in der xz-Ebene kollimiert und derart umgelenkt, daß die Hauptstrahlen der Strahlbündel in der xz-Ebene in derjenigen Ebene zusammenfallen, in welcher die Redirektor-Optik 4 angeordnet ist. In der x-Richtung liegen die Hauptstrahlen daher in der Ebene der Redirektor-Optik 4 exakt übereinander.

Außerdem bewirkt das Direktor-Kollimator-Element 3, daß die einzelnen Strahlbündel, wie in Fig. 2 und Fig. 3 (jeweils unten) zu erkennen ist, in der yz-Ebene derart umgelenkt werden, daß die Hauptstrahlen der einzelnen Strahlbündel hinter dem Direktor-Kollimator-Element 3 in der yz-Ebene parallel zueinander verlaufen.

In der Ebene der Redirektor-Optik 4, welche im Ausführungsbeispiel auf der austrittsseitigen Stirnfläche der SELFOC-Linse 3 angebracht ist, ergibt sich in der xz-Ebene eine Breite der kollimierten Strahlbündel von etwa 550 μm . In der yz-Ebene ergibt sich an dieser Position für die oben angegebenen Abstände und die angegebene Brennweite der Mikrozyylinderlinse eine Breite der einzelnen, kollimierten Strahlbündel von etwa 50 μm . Die Neigung der Mikrozyylinderlinse 2 um einen Winkel von etwa 2° um die optische Achse bewirkt in yz-Ebene einen Versatz Δy der sich am Rand der abstrahlenden Fläche der Breitstreifenlaserdiode 1 befindenden Strahlbündel von etwa $\pm 250 \mu\text{m}$ bezüglich der optischen Achse. In der Ebene der Redirektor-Optik 4 entsteht daher ein symmetrisches Gesamtbündel mit einem Bündelquerschnitt von etwa $550 \mu\text{m} \times 550 \mu\text{m}$.

35

Das Direktor-Kollimator-Element 3 kann anstelle einer

gradientenoptischen Stablinse auch beispielsweise eine andere oder mehrere Linsen oder Linsengruppen und/oder Zylinderlinsen umfassen. In Frage kommen beispielsweise sphärische oder asphärische Plankonvex- oder Bikonvex-Linsen. Auch gradientenoptische Linsen oder Fresnel-Linsen können eingesetzt werden. Das in Zusammenhang mit der Zylinderlinsenoptik 2 erwähnte Ablenkelement zur Ablenkung der Strahlbündel in y-Richtung kann im Falle eines aus zwei oder mehreren Linsen oder Linsengruppen zusammengesetzten Direktorkollimator-Elementes 3 in z-Richtung der vorderen Linse oder Linsengruppe nachgeschaltet sein. Das Ablenkelement ist dann zwischen den Linsen oder Linsengruppen des Direktorkollimator-Elementes 3 angeordnet.

Die in Fig. 1 dargestellte Redirektor-Optik 4 lenkt Gruppen benachbarter Strahlbündel 10a bis 10e derart ab, daß die durch das Direktor-Kollimator-Element 3 in der xz-Ebene verursachten unterschiedlichen Einfallswinkel korrigiert werden. Wie in Fig. 4 dargestellt, weist die Redirektor-Optik 4 mehrere, linear in der yz-Ebene angeordnete Ablenkbereiche 7a bis 7e mit unterschiedlichen Ablenkswinkeln, welche jeweils durch die Brennweite des Direktorkollimator-Elementes 3 bestimmt werden, auf. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel besitzt die Redirektor-Optik 4 fünf Ablenkbereiche 7a bis 7e mit Ablenkswinkeln von etwa $-3,7^\circ$, $-1,8^\circ$, 0° , $+1,8^\circ$ und $3,7^\circ$. Die Breite der Ablenkbereiche 7a bis 7e in der xz-Ebene beträgt jeweils mindestens 0,8 mm. In der yz-Ebene besitzen die drei inneren Ablenkbereiche 7b bis 7d jeweils eine Höhe von 100 μm und die beiden äußeren Ablenkbereiche 7a und 7e zweckmäßigerweise eine größere Höhe von 200 μm . Aufgebaut ist die Redirektor-Optik 4 aus einem mikrostrukturierten Prismenfeld. Eine alternative Ausführ-

5 rungsform der Redirektor-Optik 4 sieht vor, diese aus einem Feld von geblazten Gittern, einem Feld von ablenkenden gradientenoptischen Bereichen, Linsen oder einem Spiegelfeld zu konfigurieren. Wenn die Redirektor-Optik 4 aus einem Feld einzelner optischer Elemente besteht, werden die Strahlbündel in y-Richtung in einzelne Gruppen aufgeteilt. Durch diese Segmentierung der Ausgangsstrahlung des Linienemitters in einzelne, in y-Richtung abgeteilte Gruppen von Strahlbündeln kann das Strahlprodukt in der xz-Ebene verringert werden.

15 Eine Verringerung des Strahlproduktes ist auch dann möglich, wenn die Redirektor-Optik 4 eine um die z-Achse gedrehte Zylinderlinse oder Zylinderlinsenoptik oder eine Freiformfläche enthält. In diesem Fall tritt zwar keine Segmentierung der Strahlbündel in y-Richtung auf. Trotzdem erhält man eine symmetrisierte und fokussierbare Ausgangsstrahlung hinter der Redirektor-Optik 4.

20 Zur Verbesserung der Abbildungseigenschaften der Vorrichtung ist es möglich, ein Feld von in der y-Richtung wirkenden Zylinderlinsen oder Zylinderlinsenteleskopen der Redirektor-Optik 4 vor- und/oder nachzuschalten.

25 Wie der Fig. 2 und der Fig. 3 entnommen werden kann, verlaufen hinter der Redirektor-Optik 4 jeweils die zentralen Strahlen der Gruppen benachbarter Strahlbündel 10a bis 10e parallel zur optischen Achse. Bei gemeinsamer Betrachtung aller Gruppen ergibt sich nach der Redirektor-Optik 4 ein weitgehend kollimiertes Gesamtbündel mit annähernd rechteckigem bzw. quadratischem Querschnitt.

In Fig. 1 ist der Redirektor-Optik 4 eine Fokussier-
Optik 5 nachgeschaltet, welche beispielsweise aus ei-
ner sphärischen oder asphärischen Plan- oder Bikon-
vexlinse, einer gradientenoptischen Linse, aus einer
5 oder aus zwei gekreuzten sphärischen oder asphäri-
schen Zylinderlinsen oder aus einer Linsengruppe be-
stehen kann und die Strahlen fokussiert. Im Ausfüh-
rungsbeispiel wird eine Geltech Typ 350200 Asphären-
Linse mit einer Brennweite von 1,14 mm verwendet. Da-
10 mit wird ein Bündeldurchmesser im Fokus 11 von etwa
40 μm erzeugt. Die Divergenz der am weitesten von der
optischen Achse verlaufenden Strahlen entspricht ei-
ner numerischen Apertur von etwa 0,4.

15 Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 kann mit geringfügigen
Änderungen auch zur Symmetrierung der Strahlung von
mehreren linearen Emittlern, welche in x-Richtung
und/oder in y-Richtung versetzt sind, verwendet wer-
den. Die einzelnen Emittler können hierbei einen Ab-
20 stand im Bereich von etwa 0,1 mm bis hin zu einigen
mm aufweisen.

In Fig. 5 ist ein Ausführungsbeispiel einer derar-
tigen Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von
25 mehreren Breitstreifenlaserdioden 1a, 1b dargestellt.
Wie in Fig. 5 skizziert, kann mit einer derartigen
Vorrichtung ein Stapel von in y-Richtung versetzt an-
geordneten Breitstreifenlaserdioden 1a, 1b an eine
Lichtleitfaser 6 angekoppelt werden. Gleichfalls
30 denkbar ist die Ankopplung an mehrere getrennte Fa-
sern oder an ein gespreiztes Faserbündel. Die Be-
schränkung auf lediglich zwei Laserdioden 1a, 1b
statt mehrerer Laserdioden in dem Ausführungsbeispiel
gemäß Fig. 5 dient lediglich der besseren Veranschau-
35 lichung. Die Laserdioden 1a, 1b können alternativ
oder zusätzlich auch in x-Richtung gegeneinander ver-

setzt sein.

Vor jeder der beiden in y-Richtung übereinander angeordneten Breitstreifenlaserdioden 1a, 1b befindet sich eine um die optische Achse gedrehte Mikrozyylinderlinse 2a, 2b gemäß dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel. Die Direktor-Kollimator-Optik 3, die Redirektor-Optik 4 und die Fokussier-Optik 5 können ebenfalls wie im vorhergehenden Ausführungsbeispiel beschrieben ausgestaltet sein. Bei einer derartigen Anordnung bleiben die Positionen der Hauptstrahlen aller Strahlbündel trotz der dezentrierten Anordnung der Breitstreifenlaserdioden 1a, 1b relativ zur Direktor-Kollimator-Optik 3 in der Ebene der Redirektor-Optik 4 gegenüber einer zentrierten Laserdiodenanordnung unverändert.

Eine Ausgestaltung der in Fig. 5 dargestellten Vorrichtung sieht vor, daß jeder Zylinderlinsenoptik 2a, 2b ein Ablenkelement nachgeschaltet wird, welches in der xz-Ebene ablenkt. Auf diese Weise wird in der x-Richtung die Ausgangsstrahlung der einzelnen Laserdioden in der Ebene der Redirektor-Optik 4 getrennt. Durch eine der Redirektor-Optik 4 vor- oder nachgeschaltete Ablenkeinheit, welche ein geeignetes Feld ablenkender Elemente aufweist, kann eine Ablenkung der jeweiligen Ausgangsstrahlung einer Laserdiode 1a, 1b in der x-Richtung und/oder der y-Richtung erreicht werden. Dies gestattet eine beliebige Positionierung des Strahlfleckes einer jeden Laserdiode 1a, 1b in der yz-Ebene und/oder der xz-Ebene. Die Kombination aus Redirektor-Optik 4 und Ablenkeinheit kann durch ein einziges diffraktives Element ersetzt werden.

Sowohl das jeder Zylinderlinsenoptik 2a, 2b nachgeschaltete Ablenkelement als auch die der Redirektor-

Optik 4 vor- oder nachgeschaltete Ablenkeinheit kann aus einem Feld von Prismen, ablenkenden Gittern, ablenkenden gradientenoptischen Bereichen, Linsen oder Spiegeln gebildet werden.

5

Hinter der Fokussier-Optik 5 weisen die Strahlflecke 11a, 11b der übereinander angeordneten Breitstreifenlaserdioden entsprechend dem Abbildungsverhältnis der in Fig. 1 dargestellten Vorrichtung einen Versatz Δy in der yz-Ebene auf, der im Ausführungsbeispiel bei einer Dezentrierung einer Breitstreifenlaserdiode 1a, 1b samt Mikrozylinderlinse 2a, 2b in der yz-Ebene um etwa 200 μm relativ zur Direktor-Kollimator-Optik 3 etwa 75 μm beträgt. Die Strahlflecke 11a, 11b werden gemeinsam in die Stirnfläche einer der Fokussier-Optik 5 nachfolgenden Lichtleitfaser 6 mit einem angepassten Durchmesser eingekoppelt. Im Ausführungsbeispiel wird eine Faser mit 200 μm Kerndurchmesser verwendet. Eine andere Variante sieht vor, die Strahlflecke 11a, 11b jeweils getrennt in die Stirnflächen mehrerer Fasern oder die Einzelfasern eines gespreizten Faserbündels einzukoppeln.

20

Figur 6 zeigt die Wirkung der Direktor-Kollimator-Optik 3 auf eine unter einem Winkel oder einem Versatz zur optischen Hauptachse 12 einfallende Strahlbündelgruppe. Figur 6A und 6B zeigen jeweils verschiedene Strahlbündelgruppen, von denen eine in Fig. 6A dargestellte Strahlbündelgruppe 10 durch eine in y-Richtung versetzte Zylinderlinsenoptik 2 in Figur 6A nach oben von einer in der optischen Hauptachse 12 liegenden Breitstreifenlaserdiode 1 ausgelenkt wird, bzw. von denen eine weitere in Fig. 6B dargestellte Strahlbündelgruppe 10 in Figur 6B von einer in y-Richtung gegenüber der optischen Hauptachse versetzt angeordneten Breitstreifenlaserdiode 1 ausgeht.

25

30

35

Die Direktor-Kollimator-Optik 3 bewirkt in Figur 6A, daß die unter einem Winkel auf die Direktor-Kollimator-Optik 3 einfallende Strahlbündelgruppe 10 mit ihrer Abstrahlachse 13 beim Verlassen der Direktor-Kollimator-Optik 3 parallel zu der optischen Hauptachse jedoch in y-Richtung gegen diese versetzt verläuft.

In Figur 6B ist zu erkennen, daß die mit ihrer Abstrahlachse 13 parallel, wenn auch versetzt zur optischen Hauptachse 12 auf die Direktor-Kollimator-Optik 3 auftreffende Strahlbündelgruppe 10 die Direktor-Kollimator-Optik 3 und den Redirektor 4 unter einem Winkel seiner Strahlachse 13 gegen die optische Hauptachse 12 verläßt.

In Figur 6C ist die Situation in der xz-Ebene, d.h. in der Ebene, die aus der optischen Hauptachse 12 und der zu ihr senkrechten Achse x aufgespannt wird, dargestellt. In beiden Fällen der Figuren 6A und 6B ergibt sich in der in Figur 6C dargestellten Projektion der jeweiligen Strahlbündelgruppe auf die xz-Ebene dasselbe Bild aus Figur 6C.

Figur 7 zeigt mögliche Anordnungen von Emittlern 1, 1a, 1b bzgl. der Zylinderlinsen 2, 2a, 2b und der Direktor-Kollimator-Optik 3, wobei jeweils auf der linken Seite eine Projektion in die xz-Ebene und auf der rechten Seite eine Projektion in die yz-Ebene dargestellt ist.

In Figur 7A ist ein Breitstreifenemitter 1 mit einer Zylinderlinse 2 versehen, so daß die Abstrahlrichtung 13 der Strahlbündelgruppe 10 mit der optischen Hauptachse 12 zusammenfällt.

In Figur 7 sind in der x-Richtung zwei Emittter 1a, 1b nebeneinander geordnet, die jeweils eigene Zylinderlinsenoptiken 2a und 2b aufweisen. Die Abstrahlrichtungen 13a und 13b der beiden Emittter 1a und 1b sind dabei parallel zu der optischen Hauptachse, jedoch in x-Richtung zu dieser versetzt.

In Figur 7C sind ebenfalls zwei Emittter 1a und 1b in x-Richtung nebeneinander angeordnet, wobei jeder der Emittter eine eigene Zylinderlinsenoptik 2a bzw. 2b aufweist. Auch hier sind die Abstrahlrichtung 13a und 13b der Strahlbündelgruppen 10a und 10b der jeweiligen Emittter 1a bzw. 1b in der xz-Ebene parallel, jedoch versetzt zu der optischen Hauptachse 12. Die beiden Zylinderlinsen 2a und 2b sind jedoch in y-Richtung versetzt zueinander angeordnet, so daß die Strahlbündelgruppe 10a nach oben und die Strahlbündelgruppe 10b nach unten bzgl. der y-Richtung abgelenkt werden. Damit verlaufen die Abstrahlrichtungen 13a und 13b unter einem Winkel gegen die optische Hauptachse 12 in der yz-Ebene.

Figur 7D zeigt eine Anordnung mit zwei Emitttern 1a und 1b, die eine gemeinsame Zylinderlinse 2 aufweisen. In der xz-Ebene verlaufen die Abstrahlrichtungen 13a und 13b der beiden Strahlbündelgruppen 10a und 10b aus den jeweiligen Emitttern 1a bzw. 1b parallel, jedoch versetzt zu der optischen Hauptachse 12.

Die Zylinderlinse 2 ist in Figur 7D, wie in allen vorhergehenden Figuren 7A bis 7C, um die z-Achse gedreht angeordnet (siehe auch Figur 1C), so daß ein Bereich 2a der Zylinderlinse 2, der sich vor dem Emittter 1a befindet nach oben und ein Bereich 2b der Zylinderlinse 2, der sich vor dem Emittter 1b befin-

det, nach unten in y-Richtung ausgelenkt sind. Daher werden die beiden Strahlbündelgruppen 10a und 10b mit ihren Abstrahlachsen 13a und 13b unter einem Winkel gegenüber der optischen Hauptachse 12 versetzt in der yz-Ebene abgestrahlt.

Die vorliegenden Beispiele sind auf zwei Emittler beschränkt, um die Darstellungen einfacher und verständlicher zu gestalten, die Anordnungen können jedoch auf mehrere Emittler, z.B. auch auf einen Laserdiodenbarren erweitert werden. Die Emittler und gegebenenfalls Zylinderlinsen können außerdem in beliebiger Kombination nicht nur in x-Richtung sondern auch in y-Richtung gestapelt werden.

Figur 8 zeigt eine Anordnung aus zwei in xz-Ebene senkrecht zueinander angeordneten erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei lediglich der jeweils letzte Teil des Strahlengangs mit den Direktor-Kollimator-Optiken 3a und 3b und den Redirektoren 4a und 4b dargestellt sind, und die Emittler und Zylinderlinsenoptiken nicht gezeigt werden. In dem dargestellten Beispiel, das lediglich eine Variante der erfindungsgemäßen Vorrichtungen zeigt ohne jedoch auch sämtlichen anderen bisher dargestellten und beanspruchten Formen der erfindungsgemäßen Vorrichtungen auszuschließen, werden die Strahlbündelgruppen 10a und 10b durch die Direktor-Kollimator-Optiken 3a und 3b in der xz-Ebene kollimiert und durch die Redirektoren 4a bzw. 4b in der xz-Ebene parallelisiert. Die Strahlbündelgruppe 10b durchläuft dann ein polarisationsdrehendes Element 8 und wird mit der Strahlbündelgruppe 10a über ein polarisationsselektives Spiegelement zu einem Gesamtstrahl 14 gekoppelt. Hier wird folglich eine Polarisationskopplung zweier durch erfindungsgemäße Vorrichtungen erzeugter symmetrierter Strahlbündel-

gruppen durchgeführt. Die Überlagerung erfolgt dabei erst nach der Redirektor-Optik.

5 Figur 9 zeigt eine entsprechende Anordnung wie in Figur 8, wobei jedoch die Redirektoren 4a und 4b nicht mehr vorgesehen sind, so daß die Strahlbündelgruppen 10a und 10b auf das polarisationsselektive Spiegelement kollimiert werden. Die Strahlbündelgruppe 10b durchläuft jedoch zwischen der Direktor-Kollimator-Optik 3b und dem Spiegelement 9 ein polarisationsdrehendes Element 8. Die durch das Spiegelement 9 miteinander zu einem Gesamtstrahl 14 gekoppelten Strahlbündelgruppen 10a und 10b durchlaufen anschließend gemeinsam eine Redirektor-Optik 4. Damit teilen sich die beiden erfindungsgemäßen Vorrichtungen 10a und 10b eine gemeinsame Redirektor-Optik 4, wobei die Überlagerung der Teilstrahlen vor der Redirektor-Optik 4 erfolgt.

20 Werden in diesem Beispiel Breitstreifenlaserdioden als Emmitter verwendet, so sind die Strahlbündelgruppen 10a und 10b in gleicher Richtung linear polarisiert. Die Polarisationsrichtung der Strahlbündelgruppe 10b wird folglich mittels des polarisationsdrehenden Elementes 8, beispielsweise einer $\lambda/2$ -Verzögerungsplatte, vorteilhafterweise um 90° , gedreht. Mittels des polarisationsselektiven Spiegelementes 9 wird die Strahlbündelgruppe 10b mit der Strahlbündelgruppe 10a überlagert. Dabei kann sich das polarisationsdrehende Element 8 an einer beliebigen Position im Strahlengang vor dem Spiegelement 9 befinden.

35 In einem weiteren Beispiel ist es möglich, die beiden erfindungsgemäßen Vorrichtungen so zu orientieren, daß die Polarisationsrichtung der beiden linear pola-

risierten Strahlbündelgruppen 10a und 10b senkrecht zueinander stehen. In diesem Falle wird das polarisationsdrehende Element 8 nicht benötigt.

5 In einem weiteren Beispiel können die Strahlbündelgruppen 10a und 10b in den Figures 8 oder 9 verschiedene Wellenlängen besitzen. Dann kann eine Überlagerung der Strahlbündelgruppen 10a und 10b entsprechend der in Figur 8 und Figur 9 dargestellten Anordnungen
10 auch mittels eines wellenlängenselektiven Spiegelementes 9 erfolgen, wobei dann die Strahlbündelgruppen 10a und 10b nicht notwendigerweise linear polarisiert sein müssen und auch das polarisationsdrehende Element 8 entfallen kann.

15 In Figur 8 und Figur 9 sind Anordnungen dargestellt, die zwei erfindungsgemäße Vorrichtungen aufweisen. Selbstverständlich können mittels entsprechender Anordnungen auch mehrere Strahlbündelgruppen aus mehreren erfindungsgemäßen Vorrichtungen mittels mehrerer
20 polarisations- und/oder wellenlängenselektiver Spiegelemente miteinander gekoppelt werden.

25 Figur 10 zeigt ein weiteres Beispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei hier einzelne Strahlbündelgruppen 10a, 10b desselben Gesamtbündels 10 miteinander polarisations- oder wellenlängengekoppelt werden.

30 In Figur 10 ist nach dem Redirektor 4 im Strahlengang der Strahlbündelgruppe 10b ein polarisationsdrehendes Element 8 eingefügt. Im Anschluß daran trifft die Strahlbündelgruppe 10b auf ein nichtpolarisationsselektives Spiegelement 9' und wird auf ein weiteres polarisationsselektives Spiegelement 9 umgelenkt.
35 Dieses polarisationsselektive Spiegelement 9 steht

im Strahlengang der Strahlbündelgruppe 10a und läßt diese durch, während es die Strahlbündelgruppe 10b reflektiert. Damit wird durch das Spiegelement 9 ein Gesamtbündel 14 erzeugt, das sich aus der Strahlbündelgruppe 10a und der in ihrer Polarisierung gedrehten Strahlbündelgruppe 10b zusammensetzt.

In Figur 10 weist das Gesamtbündel 10 nach der Redirektor-Optik 4 idealerweise einen rechteckigen Querschnitt auf und setzt sich aus den beiden Strahlbündelgruppen 10a und 10b eines oder mehrerer linearer optischer Emitter zusammen. Im vorliegenden Beispiel wurde die Darstellung auf zwei Strahlbündelgruppen 10a und 10b beschränkt, wobei jedoch auch mehrere Strahlbündelgruppen miteinander überlagert werden können.

Die Polarisationsrichtung der Strahlbündelgruppe 10b wird dann mittels des polarisationsdrehenden Elementes 8 und des polarisationsselektiven Spiegelementes 9 mit der zweiten Strahlbündelgruppe 10a überlagert.

In einem weiteren Beispiel können die Strahlbündelgruppen 10a und 10b auch verschiedene Wellenlängen besitzen, wobei in diesem Falle das Spiegelement 9 ein wellenlängenselektives Spiegelement sein kann und die Strahlbündelgruppen 10a und 10b nicht linear polarisiert sein müssen. Es kann daher auch das polarisationsdrehende Element 8 in diesem Beispiel entfallen. Folglich wird in diesem Beispiel ein Gesamtbündel erzeugt, indem zwei Strahlbündelgruppen mit verschiedenen Wellenlängen gekoppelt werden. In sämtlichen vorigen Beispielen der Figuren 8 bis 10 ist auch eine Kombination von Polarisations- und Wellenlängenüberlagerung mehrerer Strahlbündelgruppen ent-

sprechend den dargestellten Prinzipien möglich.

5 In weiteren Beispielen können statt verschiedener
mehrerer Emitter auch unterbrochene Emitter verwendet
werden, die voneinander räumlich getrennte Strahlbün-
delgruppen emittieren.

10 Bei sämtlichen dargestellten Beispielen ist der Redi-
rektor 4 in der optischen Hauptachse 12 angeordnet.
Der Redirektor 4 kann jedoch auch versetzt gegen die
optische Hauptachse oder gekippt um die x-Achse
und/oder y-Achse angeordnet sein, um den Strahlengang
abzustimmen.

15 Die erfindungsgemäße Vorrichtung und die erfindungs-
gemäße Anordnung mehrerer Vorrichtungen eignet sich
sowohl zur unmittelbaren Anwendung als auch zur mit-
telbaren Anwendung, beispielsweise zum Pumpen von La-
sers, in den Bereichen Druck- und Fototechnik, Mikro-
20 materialbearbeitung, Medizintechnik, Telekommunikati-
onstechnik, Beleuchtungs- und Displaytechnik sowie
Analytik.

25

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur Symmetrierung der Strahlung von einem oder mehreren linearen optischen Emittlern (1, 1a, 1b), insbesondere Breitstreifenlaserdioden, die durch eine Anordnung von in einer zu einer optischen Hauptachse z senkrechten x-Richtung zumindest in einer oder mehreren Strahlbündelgruppen infinitesimal dicht beieinanderliegenden Strahlbündeln mit telezentrischen Hauptstrahlen beschrieben werden können, und deren Strahlung in bezug auf die x-Richtung und eine zur x-Richtung und zur z-Richtung senkrechten y-Richtung unsymmetrisch ist, mit
- 20 für jeden Emitter (1, 1a, 1b) oder für zwei oder mehrere Emitter gemeinsam jeweils einer dem oder den Emittlern nachgeordneten Zylinderlinsoptik (2, 2a, 2b) mit einer oder mehreren Zylinderlinsen, welche jedes Strahlbündel in der y-Richtung kollimieren, wobei durch eine Drehung von mindestens einer der Zylinderlinsen um die Abstrahlrichtung der zugeordneten Emitter oder durch Vorsehen eines Ablenkelementes jedes Strahlbündel oder jede Strahlbündelgruppe mit unterschiedlichen Ablenk winkeln in der y-Richtung abgelenkt werden,
- 30 einer dem oder den Emittlern nachgeordnete und längs der optischen Hauptachse z angeordnete Direktor-Kollimator-Optik (3), welche jedes
- 35

- 5 Strahlbündel in der x-Richtung kollimiert und mit unterschiedlichen Ablenkungswinkeln in der x-Richtung und der y-Richtung ablenkt, so daß die Hauptstrahlen der einzelnen Strahlbündel jeder Strahlbündelgruppe in x-Richtung in einem definierten Abstand von dem oder den Emittoren (1, 1a, 1b) zusammenfallen und in der y-Richtung parallel zueinander verlaufen, und
- 10 einer der Direktor-Kollimator-Optik (3) nachgeordnete Redirektor-Optik (4), welche die Strahlbündel in x-Richtung ablenkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Redirektor-Optik (4) derart ausgebildet ist, daß sie die durch die Direktor-Kollimator-Optik (3) verursachte Ablenkung der Strahlbündel in x-Richtung kompensiert.
- 15 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablenkelement ein diskontinuierliches Ablenkelement ist und der Zylinderlinsenoptik (2, 2a, 2b) vor-, zwischen- oder nachgeschaltet ist.
- 20 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablenkelement ein Feld von Prismen, ablenkenden Gittern, ablenkenden gradientenoptischen Bereichen, Zylinderlinsen und/oder Spiegeln enthält.
- 25 5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der in y-Richtung vorgesehene Ablenkungswinkel in x-Richtung entweder nur zunimmt oder nur abnimmt.
- 30

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zylinderlinsenoptik (2, 2a, 2b) weiterhin ein Segmentierungselement umfaßt, welches in der x-Richtung eine Aufteilung der Strahlbündel in einzelne Gruppen bewirkt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Segmentierungselement ein Feld von Zylinderlinsen oder Zylinderlinsenteleskopen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktor-Kollimator-Optik (3) eine gradientenoptische Stablinse enthält.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Direktor-Kollimator-Optik (3) eine oder mehrere Linsen und/oder Zylinderlinsen und/oder Linsengruppen enthält.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablenkelement bezüglich der z-Richtung der vorderen Linse oder Linsengruppe der Direktor-Kollimator-Optik (3) nachgeschaltet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Redirektor-Optik (4) ein Feld von Prismen, ablenkenden Gittern, ablenkenden gradientenoptischen Bereichen, Linsen, und/oder Spiegeln enthält.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Redirektor-Optik (4) eine um die z-Achse gedrehte Zylinderlinse

oder Zylinderlinsenoptik oder ein Element mit einer Freiformfläche ist.

- 5 13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Redirektor-Optik (4) ein Feld von in y-Richtung wirkenden Zylinderlinsen oder Zylinderlinsenteleskopen nachgeschaltet ist.
- 10 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei in x-Richtung und/oder y-Richtung versetzt angeordnete Emitter vorgesehen sind.
- 15 15. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Zylinderlinsenoptiken (2a, 2b) zur gleichzeitigen Symmetrierung der Strahlung von mindestens zwei in x-Richtung und/oder y-Richtung versetzt angeordneten Emittern (1a, 1b) vorgesehen sind, wobei jedem Emitter (1a, 1b) eine der Zylinderlinsenoptiken (2a, 2b) zugeordnet ist.
- 20 16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Emitter vorgesehen sind, die um die x- und/oder y-Achse gegeneinander verdreht angeordnet sind.
- 25 17. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die den einzelnen Emittern zugeordneten Zylinderlinsen in y-Richtung gegeneinander versetzt sind.
- 30 18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zylinderlinsenoptik (2a, 2b) ein weiteres Ablenkelement nachgeschaltet ist, welches die jeweiligen

- 5 Strahlbündelgruppen der einzelnen Emittter nach der Zylinderlinsenoptiken (2a, 2b) derart ablenkt, daß die jeweiligen Strahlbündelgruppen in der Ebene der Redirektor-Optik (4) in der x-Richtung und/oder y-Richtung voneinander getrennt sind.
- 10 19. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Redirektor-Optik (4) eine Ablenkeinheit vor- oder nachgeschaltet ist, welche die jeweiligen Strahlbündelgruppen der jeweiligen Emittter (1a, 1b) unabhängig voneinander in der x-Richtung und/oder der y-Richtung ablenkt.
- 15 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung ein diffraktives Element enthält, welches die Redirektor-Optik (4) und die der Redirektor-Optik (4) zugeordnete Ablenkeinheit ersetzt.
- 20 21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Ablenkelement oder die Ablenkeinheit ein Feld von Prismen, ablenkenden Gittern, ablenkenden gradientenoptischen Bereichen, Linsen und/oder Spiegeln enthält.
- 25 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine der Redirektor-Optik (4) nachgeordnete Fokussier-Optik (5) umfaßt.
- 30 23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Fokussier-Optik (5) eine sphärische oder asphärische Linse, eine gradientenoptische Linse, eine Fresnel-Linse, eine Zylinderlinse und/oder eine Kombination dieser

Linsen, beispielsweise nebeneinander angeordnet als Fokussierlinsenfeld enthält.

- 5 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Fokussier-Optik (5) eine oder mehrere Lichtleitfasern (6) oder ein in Einzelfasern gespreitztes Faserbündel nachgeschaltet ist.
- 10 25. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Emittter ein Laserdiodenbarren, bestehend aus einer Anordnung von linearen optischen Laserdiodenemittern, ist.
- 15 26. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlung unmittelbar nach der Redirektor-Optik (4) einen rechteckigen oder quadratischen Querschnitt aufweist.
- 20 27. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß nach oder vor der Redirektor-Optik (4) eine Vorrichtung zur Polarisationskopplung und/oder Wellenlängenkopplung einzelner Strahlbündelgruppen angeordnet ist.
- 25 28. Anordnung von mehreren Vorrichtungen zur Symmetrierung der Strahlung von einem oder mehreren linearen optischen Emitttern nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in Strahlrichtung vor einer gemeinsamen oder nach den jeweiligen Redirektor-Optiken eine Vorrichtung zur Polarisationskopplung und/oder Wellenlängenkopplung der Strahlung der einzelnen Vorrichtungen miteinander angeordnet ist.
- 30

29. Anordnung nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen zur Symmetrierung in x-Richtung und/oder in y-Richtung einer der Vorrichtungen nebeneinander in gleicher Orientierung oder in der x-y-Ebene gegeneinander verdreht angeordnet sind.
30. Anordnung nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für mindestens zwei der Vorrichtungen zur Symmetrierung eine gemeinsame Redirektor-Optik (4) in Strahl-Richtung nach der Vorrichtung zur Polarisationskopplung und/oder der Vorrichtung zur Wellenlängenkopplung angeordnet ist.
31. Verwendung einer Vorrichtung oder einer Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Direktanwendung oder zum Pumpen von Lasern, insbesondere in den Bereichen Druck- und Fototechnik, Mikromaterialbearbeitung, Medizintechnik, Telekommunikationstechnik, Beleuchtungs- und Displaytechnik sowie Analytik.

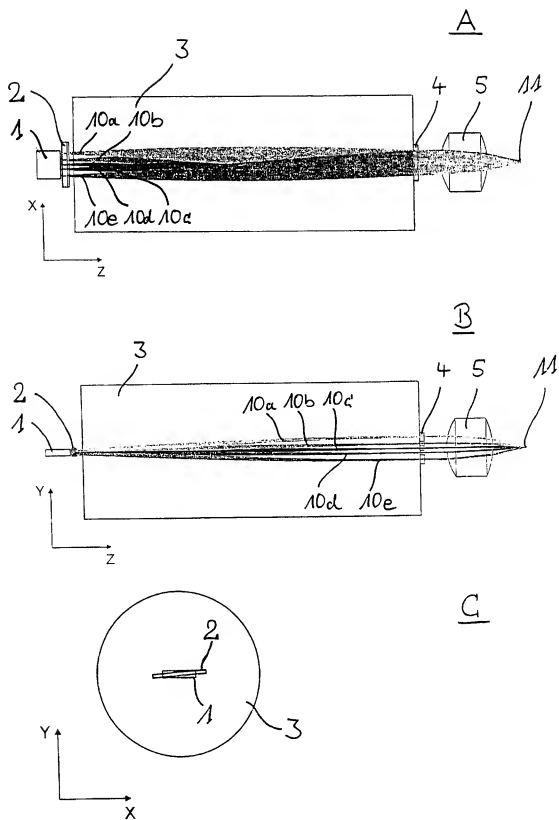
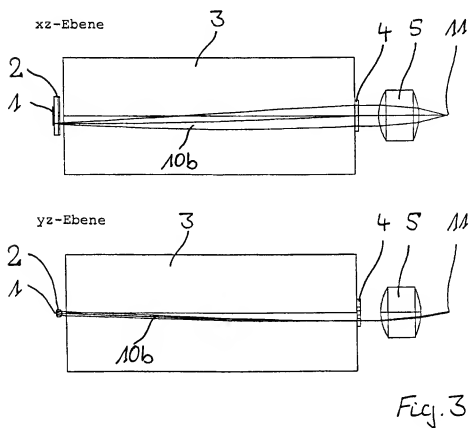
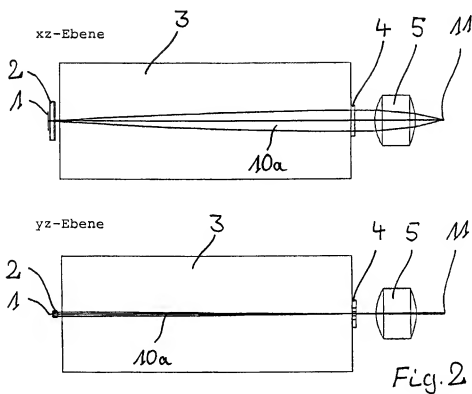


Fig. 1



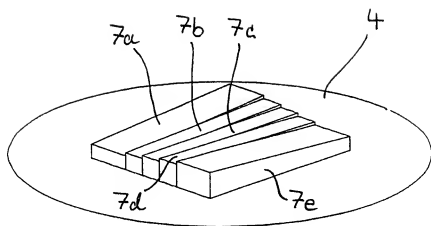


Fig. 4

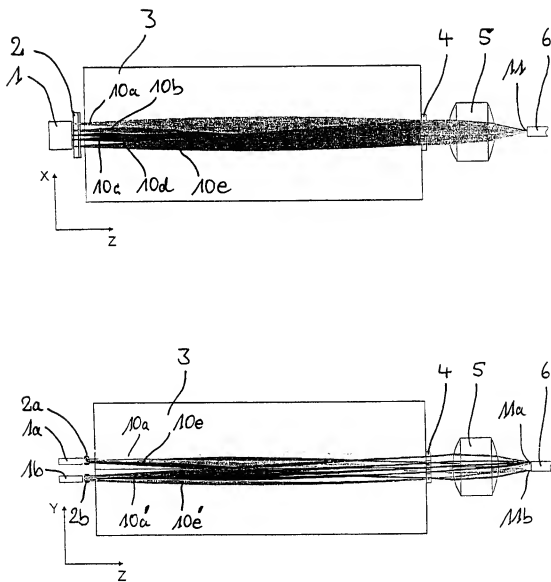


Fig. 5

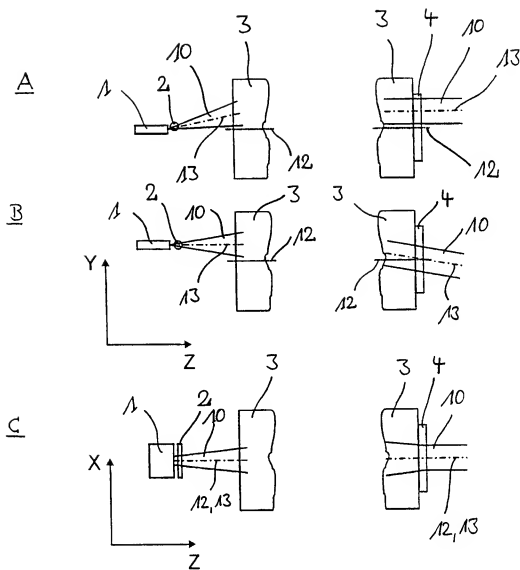
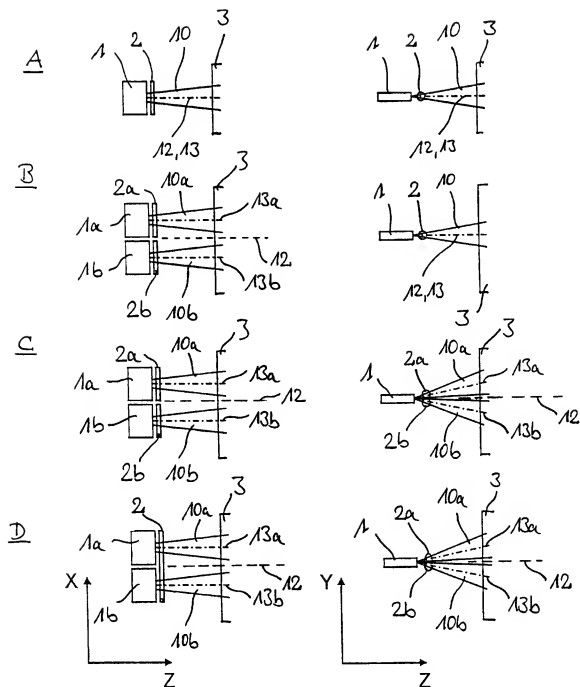


Fig. 6



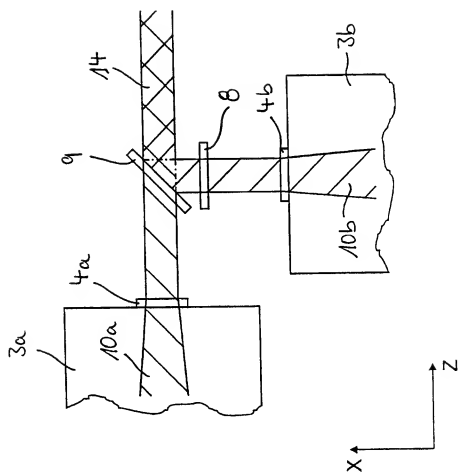


Fig. 8

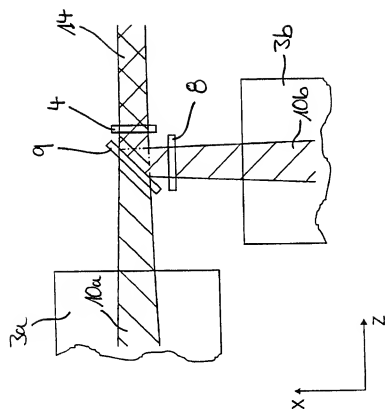


Fig. 9

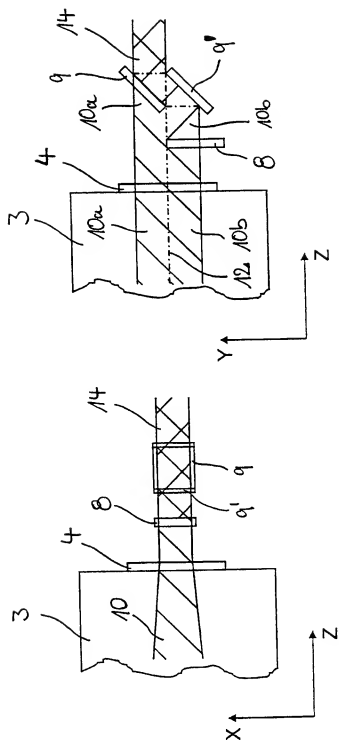


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int. Application No
PCT/EP 00/09967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 602B27/09 H01S3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 602B H01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
E	EP 1 059 713 A (BRIGHT SOLUTIONS SOLUZIONI LAS) 13 December 2000 (2000-12-13) page 14 -page 24; figures 1-7 ---	1,2,9, 11,14, 22-26
E	DE 100 15 245 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 19 October 2000 (2000-10-19) column 2, line 58 -column 5, line 12; figures 1,2 claims 7,8 --- -/-	1,2,9, 11,14, 15, 19-26,31

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex

* Special categories of cited documents

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

I later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2001

Date of mailing of the international search report

22/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nt,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ciarrocca, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 00/09967

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Creation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	DE 198 20 154 A (HENTZE JOACHIM ;LISSOTSCHENKO VITALY (DE)) 16 September 1999 (1999-09-16) cited in the application column 6, line 41 -column 7, line 47; figures 3-5 ---	1,2, 9-11,15, 22-26
A	DE 197 43 322 A (SHOWA OPTRONIC CO) 2 July 1998 (1998-07-02) column 4, line 31 -column 6, line 30; figures 1,2 ---	1,3,4,9, 25
A	DE 196 45 150 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 14 May 1998 (1998-05-14) cited in the application column 2, line 55 -column 3, line 57; figure 1 ---	1,9,10, 22-25
A	DE 198 00 590 A (JENOPTIK JENA GMBH) 22 July 1999 (1999-07-22) figures 1,2 ---	1-4,11, 14,15, 17,22, 23,25,28
A	WO 96 02013 A (NIGHTINGALE JOHN LAWRENCE ;TRAIL JOHN ANDERSON (US); COHERENT INC) 25 January 1996 (1996-01-25) cited in the application page 5, line 21 - line 31 figure 2 -----	1,25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 00/09967

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1059713 A	13-12-2000	NONE	
OE 10015245 A	19-10-2000	WO 0060399 A	12-10-2000
OE 19820154 A	16-09-1999	WO 9946627 A	16-09-1999
		EP 1062540 A	27-12-2000
		DE 19818531 A	16-09-1999
		WO 9946625 A	16-09-1999
		EP 1062538 A	27-12-2000
OE 19743322 A	02-07-1998	JP 3098200 B	16-10-2000
		JP 10186246 A	14-07-1998
		US 5805748 A	08-09-1998
OE 19645150 A	14-05-1998	WO 9819202 A	07-05-1998
		EP 0934545 A	11-08-1999
		US 6151168 A	21-11-2000
OE 19800590 A	22-07-1999	WO 9935724 A	15-07-1999
		EP 0976185 A	02-02-2000
WO 9602013 A	25-01-1996	US 5557475 A	17-09-1996
		DE 69504200 D	24-09-1998
		DE 69504200 T	06-05-1999
		EP 0770226 A	02-05-1997
		JP 10502746 T	10-03-1998
		US 5636069 A	03-06-1997
		US 5798877 A	25-08-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte: onales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09967

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 602B27/09 H0153/00

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 602B H015

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	EP 1 059 713 A (BRIGHT SOLUTIONS SOLUZIONI LAS) 13. Dezember 2000 (2000-12-13) Seite 14 -Seite 24; Abbildungen 1-7 ---	1, 2, 9, 11, 14, 22-26
E	DE 100 15 245 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 19. Oktober 2000 (2000-10-19) Spalte 2, Zeile 58 -Spalte 5, Zeile 12; Abbildungen 1,2 Ansprüche 7,8 --- -/-	1, 2, 9, 11, 14, 15, 19-26, 31

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" altes Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhafte erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (we ausgestellt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindnerischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. März 2001

Ausendatum des internationalen Recherchenberichts

22/03/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P B 5015 Patentlaan 2
NL - 2200 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Beauftragter

Ciarrocca, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/09967

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 198 20 154 A (HENTZE JOACHIM ;LISSOTSCHENKO VITALY (DE)) 16. September 1999 (1999-09-16) in der Anmeldung erwähnt Spalte 6, Zeile 41 -Spalte 7, Zeile 47; Abbildungen 3-5 ----	1,2, 9-11,15, 22-26
A	DE 197 43 322 A (SHOWA OPTRONIC CO) 2. Juli 1998 (1998-07-02) Spalte 4, Zeile 31 -Spalte 6, Zeile 30; Abbildungen 1,2 ----	1,3,4,9, 25
A	DE 196 45 150 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 14. Mai 1998 (1998-05-14) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 55 -Spalte 3, Zeile 57; Abbildung 1 ----	1,9,10, 22-25
A	DE 198 00 590 A (JENOPTIK JENA GMBH) 22. Juli 1999 (1999-07-22) Abbildungen 1,2 ----	1-4,11, 14,15, 17,22, 23,25,28
A	WO 96 02013 A (NIGHTINGALE JOHN LAWRENCE ;TRAIL JOHN ANDERSON (US); COHERENT INC) 25. Januar 1996 (1996-01-25) in der Anmeldung erwähnt Seite 5, Zeile 21 - Zeile 31 Abbildung 2 -----	1,25

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat.inales Abkürzungen

PCT/EP 00/09967

im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1059713 A	13-12-2000	KEINE	
DE 10015245 A	19-10-2000	WO 0060399 A	12-10-2000
DE 19820154 A	16-09-1999	WO 9946627 A	16-09-1999
		EP 1062540 A	27-12-2000
		DE 19818531 A	16-09-1999
		WO 9946625 A	16-09-1999
		EP 1062538 A	27-12-2000
DE 19743322 A	02-07-1998	JP 3098200 B	16-10-2000
		JP 10186246 A	14-07-1998
		US 5805748 A	08-09-1998
DE 19645150 A	14-05-1998	WO 9819202 A	07-05-1998
		EP 0934545 A	11-08-1999
		US 6151168 A	21-11-2000
DE 19800590 A	22-07-1999	WO 9935724 A	15-07-1999
		EP 0976185 A	02-02-2000
WO 9602013 A	25-01-1996	US 5557475 A	17-09-1996
		DE 69504200 D	24-09-1998
		DE 69504200 T	06-05-1999
		EP 0770226 A	02-05-1997
		JP 10502746 T	10-03-1998
		US 5636069 A	03-06-1997
		US 5798877 A	25-08-1998